

Etude d'une équation de convection-réaction-diffusion en écoulement compressible

F. Bianco¹ & S. Chibbaro¹

Institut Jean Le Rond D'Alembert Université Pierre et Marie Curie 4, place jussieu 75252 Paris Cedex 05
sergio.chibbaro@upmc.fr

Cette étude concerne l'évolution d'une réaction chimique dans un écoulement stationnaire compressible et sujette à une réaction non-linéaire :

$$\partial_t \theta + \partial_x(u\theta) = D\nabla^2 \theta + \frac{f(\theta)}{\tau}, \quad (1)$$

où D représente la diffusion, τ le temps caractéristique de la chimie, et où la non-linéarité est représentée sous la forme classique d'un terme FKPP (après Fischer-Kolmogorov-Petrovskii-Piskunov[1]) $f(\theta) = \theta(1 + \theta)$. En faisant varier les nombres de Damkohler et de Peclet, qui sont les nombres adimensionnels pertinents[2], nous explorons l'espace de phase des solutions. Nous montrons dans quel régime il est possible d'assumer une localisation des particules autour de points fixes stable du système, ce qui conduit à la possibilité de résoudre l'équation de façon particulièrement simple par le moyen d'un formalisme probabiliste[3].

En dehors de ce régime, les caractéristiques de la solution sont analysées pour mettre en relief les différences par rapport au cas incompressible, pour lequel certains résultats analytiques sont bien connus. En outre, nous montrons comment la solution numérique peut introduire des perturbations importantes dans le cas où le champ de vitesse n'est pas assez lisse.

Enfin, la même analyse est menée pour une non-linéarité de type ignition $f(\theta) = (\theta - \theta_c)(1 + \theta)$, avec un seuil θ_c , qui est plus pertinente pour des problèmes de combustion.

Références

1. R.A. Fisher, Ann. Eugenics 7, 355 (1937). A. Kolmogorov, I. Petrovsky, N. Piskunov, Bull. Univ. Moskou Ser. Int. Se. A 1(6), 1 (1937).
2. N. Peters, Turbulent Combustion(CambridgeUniversity Press, Cambridge, UK, 2000).
3. S. Berti, D. Vergni and A. Vulpiani 2008 EPL 83 54003